



TITLE:

Anti-Th₃P₄型
Sm₄Bi₃,Sm₄Sb₃,Yb₄Sb₃の
価数揺動状態(I. Sm,Yb化合物系,価
数揺動状態の総合的研究,科研費研
究会報告)

AUTHOR(S):

落合, 明; 鈴木, 孝; 糟谷, 忠雄

CITATION:

落合, 明 ...[et al]. Anti-Th₃P₄型Sm₄Bi₃,Sm₄Sb₃,Yb₄Sb₃の価数揺動状態(I. Sm,Yb化合物系,価数揺動状態の総合的研究,科研費研究会報告). 物性研究 1984, 42(6): 1-3

ISSUE DATE:

1984-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91439>

RIGHT:

1. 序

一般に希土類とプニクトゲンの4:3の化合物は、Anti- Th_3P_4 型の結晶構造¹⁾を持つ。ここで希土類はPの位置に入り、6ヶのプニクトゲン(Th位置)に囲まれている。これらの物質の格子定数と希土類の関係はFig-1に示す。これから、Sm, Eu, Ybの化合物ではイオン半径の大きな2価の存在が予想される。つまり Sm_4Bi_3 , Yb_4Sb_3 は mixed valence 物質であると考えられる。 Sm_4Sb_3 では、Smはすべて3価と考えられるが、mixed valence 物質である Sm_4Bi_3 に非常に近い状況であり、それに起因する物性に興味を持たれる。

4ヶの価数揺動を示す物質は大きく二つの型に分けられる。

① 抵抗が activation type

② 抵抗が温度を下げると零に近づくもの

②の位置を考えると、4ヶの band gap があるものが Sm_3S_4 の他に幾つかあるだけで、ほとんどが conduction band と重なったものばかりであり、いまだ valence band と重なって価数揺動を示す物質は見つかっていない。

希土類モノテングタイトが semimetal である事を考えると、ここで取り上げた物質もそれに近い状況が考えられ、いまだで見つかっていない valence band との価数揺動の可能性がある。

2. Sm_4Bi_3

室温でのLII吸収の実験²⁾から、2価と3価が混在している事が確かめられている。また圧力により格子定数³⁾、抵抗⁴⁾(Fig-2, 3)に大きな変化が現われ、mixed valence の状態から3価のみの状態へ転移するものと考えられている。抵抗はFig-3に示す様に温度とともに減少しているが、室温での抵抗率は、 $2.6 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}$ ⁵⁾と非常に大きな値を持っている。なお、帯磁率⁶⁾は Sm^{2+} 的振舞を示す。

以上の如く、 Sm_4Bi_3 は、どちらかといえば価数揺動を示す intermetallic 化合物に近い性質を示すが、室温での非常に大きな抵抗率等、今まで知られてい

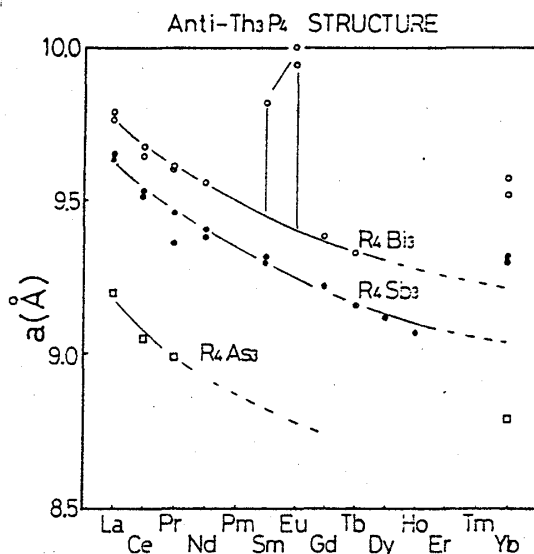


Fig - 1

ex. SmB_6 , Sm_3S_4

ex. 価数揺動を示す intermetallic 化合物

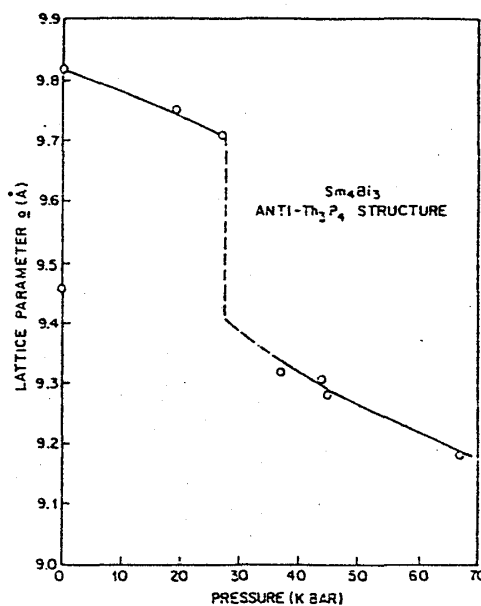


Fig - 2

る価数揺動物質と変わっている点があり非常に興味深い。我々も、この物質について実験を開始したが、まだ端緒に着いたばかりで、今後の発展に期待していたきたい。

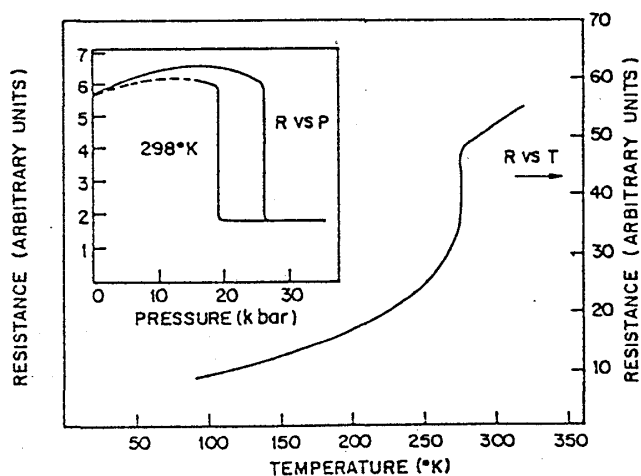


Fig - 3

3. Sm_4Sb_3

E. Bucher⁶⁾らより、140 K 付近で magnetic order を起こす事が報告されている(試料は多結晶と考えられる)が、どのような order がわかっている。我々も、初め多結晶(この物質は incongruent melt)で実験を行い、160 K 付近に弱強磁性が出現している様な現象を見いだした。しかし、その後 Sublimation 法で作成した単結晶(0.5 mm 角程度のものの集り)での測定では、これが大幅に小さくなったため、多分 crystal boundary の影響であろうと思われる。しかし、この 160 K には依然として異常が起こっており、それが Fig-4 に示す帯磁率の温度変化である。この異常は、多結晶試料でも、crystal boundary の影響と思われる分を除くと、やはり出現している。

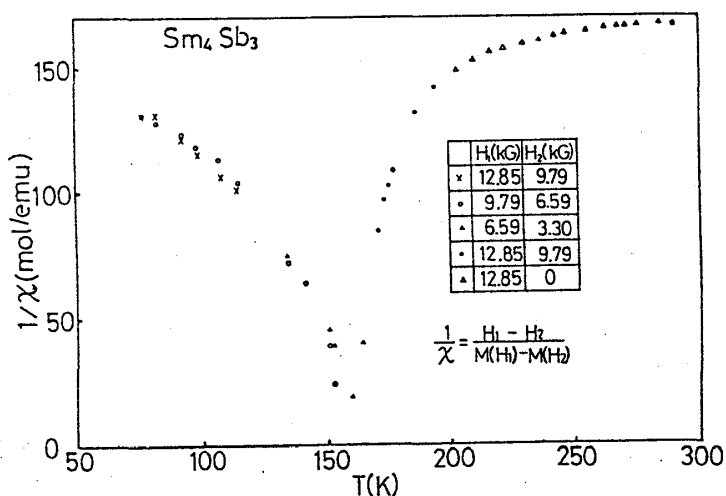


Fig - 4

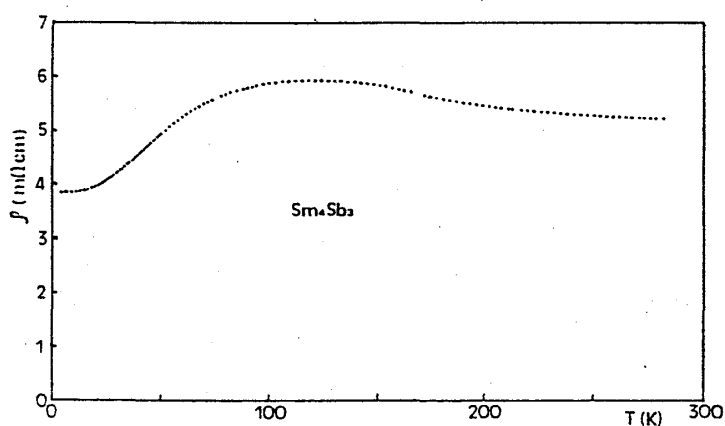


Fig - 5

4.2 K 以上の抵抗の温度変化を Fig-5 に示す。帯磁率の異常のうち 160 K には異常はない。残留抵抗が大きいのは気になるが、それにしても抵抗率の温度変化分が非常に大きい。また高温側は、近藤効果が起こっているかの様に、温度の減少とともに抵抗が増大している。

4. Yb_4Sb_3

Fig - 6.7 に帯磁率, 抵抗率の温度変化を示す。これらの様子は、価数揺動を示す intermetallic 化合物に非常に近い。しかし、最近、この物質について Hall 効果の実験を行なった所、Hall 係数はほとんど温度変化せず ($R = 2.0 \sim 2.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{c}$)、また P-type である事がわかった。このことは、この物質が valence band と 4f が共存する価数揺動物質である可能性を示唆するものであり、今後、この可能性を追求して実験を進めていく予定である。

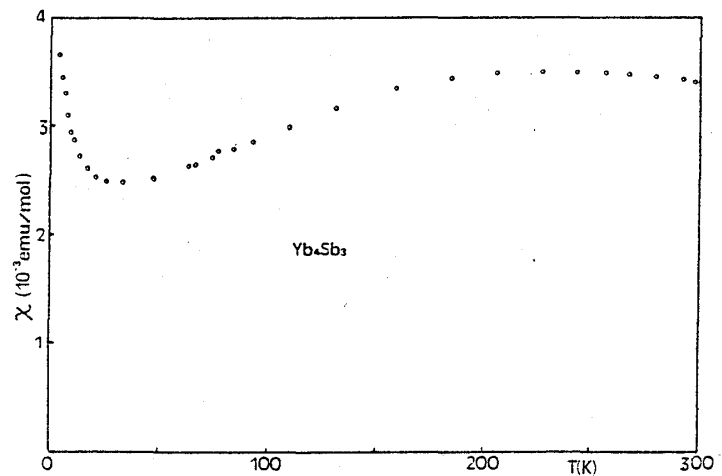


Fig - 6

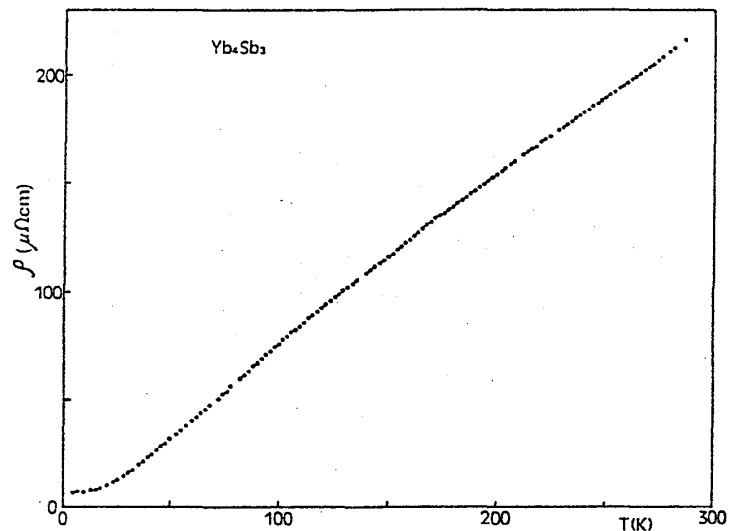


Fig - 7

References

1. F. Holtzberg, T.R. McGuire, S. Methfessel and J.C. Suits *J. Appl. Phys.* 35 (1964) 1033
2. T.K. Hatwar, R.M. Nayak, B.D. Padalia, M.N. Ghatikar, E.V. Sampathkumaran, L.C. Gupta and R. Vijayaraghavan *Solid. State Commun.* 34 (1980) 617
3. A. Jayaraman, R.G. Maines and E. Bucher *Solid State Commun.* 27 (1978) 709
4. A. Jayaraman, R.G. Maines and E. Bucher "Rare earths in Modern Science and Technology" Vol. 2 Plenum, NY (1980)
5. K. Andres, A. Jayaraman, R.G. Maines, F.S.L. Hsu, H.R. Ott and E. Bucher "Crystalline Electric Field and Structural Effects in f Electron systems" Plenum NY (1980)
6. E. Bucher, A.S. Cooper, D. Jaccard and J. Sierro "Valence Instabilities and Related Narrow Band Phenomena" Plenum NY (1977)